

Méthode de lutte contre *Coelaenomenodera* (Coleoptera Hispididae) par injection d'insecticides systémiques dans le stipe du palmier à huile ⁽¹⁾

D. MARIAU (2), R. PHILIPPE (3) et J. P. MORIN (3)

Résumé. — *Coelaenomenodera elaeidis* est un coléoptère hispididae dont les larves sont mineuses des feuilles du palmier à huile en Afrique occidentale. Les traitements classiques par voies aérienne ou terrestre donnent des résultats irréguliers et se révèlent particulièrement toxiques à l'égard de l'entomofaune prédatrice et parasite. Il a été mis au point une technique qui consiste à injecter dans le stipe un insecticide systémique qui, véhiculé par la sève, sera distribué dans la couronne foliaire du palmier. Les études ont porté sur la technique d'injection, un screening d'insecticides, le moment le plus favorable par rapport au cycle de développement de l'insecte, les résidus dans les feuilles et dans les fruits et les traumatismes provoqués au palmier. Seul, le monocrotophos s'est révélé réellement efficace à la dose de 14 g de matière active par arbre. Le traitement est surtout efficace contre les adultes et est principalement concentré dans les feuilles les plus jeunes. La mortalité obtenue est voisine de 100 p. 100 et le palmier souffre peu des blessures réalisées pour l'injection. Il n'a été trouvé aucun résidu d'insecticide dans les fruits. Ce type de traitement n'a qu'une action indirecte faible sur les prédateurs et les parasites.

I. — INTRODUCTION

De nombreux essais d'insecticides ont été entrepris en vue de lutter contre *Coelaenomenodera*, qu'il se trouve au stade adulte ou au stade larvaire, et par voie terrestre comme par avion [D. Mariau *et al.*, 1973]. La lutte contre les larves, qui vivent en mineuses des feuilles, est difficile en raison même de leur comportement et nécessite, sinon des insecticides systémiques, au moins des pesticides capables de pénétrer dans la feuille. De plus, la répartition du produit doit être parfaite si l'on veut obtenir une mortalité très élevée, compte tenu des faibles déplacements des larves. Sachant que la fécondité des femelles de *Coelaenomenodera* est de l'ordre de 300 à 350 œufs, il est nécessaire que la mortalité soit supérieure à 99,5 p. 100 pour observer une décroissance des populations au cours de la génération suivante. Il est extrêmement difficile d'atteindre dans la pratique des chiffres aussi élevés. Les adultes vivant, après leur sortie des galeries, à l'extérieur de la feuille, peuvent être atteints plus aisément, mais compte tenu de l'étalement des sorties d'adultes, qui dure 1 mois et demi en période de pullulation, de la très faible rémanence des produits et de la nécessité de tuer le ravageur avant la ponte, la lutte contre les adultes exige la répétition des traitements 3 fois de suite (et parfois 4) à 15 jours d'intervalle. De telles interventions sont, de plus, nocives à l'égard de la faune associée aux différents ravageurs du palmier à huile. On a donc pensé que l'insecte pourrait être détruit s'il absorbait de la sève imprégnée d'insecticides. La pulvérisation d'insecticides endotherapiques ne donnant pas de résultat satisfaisant, des études ont été entreprises pour mesurer leur efficacité après les avoir injectés dans le stipe.

Des essais semblables avaient déjà été réalisés aussi bien sur cocotier [Seltzer, 1970 ; Rai, 1973] que sur palmier à huile [Wood *et al.*, 1974] pour lutter contre différents défoliateurs. Les résultats obtenus sur des brouteurs, comme le phasme *Graeffea crouanii*, et les

lépidoptères *Brassolis sophorae* et *Metisa plana* ayant été satisfaisants, cette technique a donc été essayée contre un mineur de feuille.

II. — PREMIERS ESSAIS D'ORIENTATION

Méthode expérimentale.

On injecte l'insecticide dans le stipe après avoir percé un trou de 15 à 18 cm de profondeur et de 12 mm de diamètre, incliné à 45° vers le bas et à environ 1 m du sol. Le trou est ensuite rebouché avec un mastic. Trois insecticides ont été étudiés à 3 doses et 5 arbres par objet.

Résultats.

Différentes observations ont été réalisées après traitement :

Sur les larves :

— cinq semaines après le traitement, des échantillons de folioles, sans tenir compte du niveau de la palme, ont été prélevés sur chaque arbre pour étudier la mortalité larvaire. Les résultats montrent (Tabl. I) que seul le monocrotophos, à la dose de 20 g par arbre, est satisfaisant. Avec les autres produits et les autres doses de monocrotophos, on constate une grande hétérogénéité d'un prélèvement à l'autre. Comme on le verra plus loin ceci est à mettre sur le compte de la situation des échantillons dans la couronne ;

— en suivant l'évolution des populations larvaire et nymphale (dénombrement à l'œil nu de tous les individus présents sur une palme), 2, puis 5 semaines après traitement on note que le monocrotophos à la dose de 20 g donne de très bons résultats (Tabl. II). En effet dans cet objet on ne dénombre en moyenne que 55 individus par palme sans nymphe alors qu'il y en a 648 dans le témoin avec 17 p. 100 de nymphes, soit une réduction supérieure à 90 p. 100. On remarque, surtout dans le témoin, une forte augmentation des populations entre le premier et le second contrôle. Cela tient au fait qu'à la date du 19/1 de nombreuses très petites larves et des œufs n'ont pu être observés à l'œil nu ;

(1) Communication présentée au Congrès sur la lutte contre les insectes en milieu tropical (Marseille, mars 1979).

(2) Directeur du Département Entomologie de l'I. R. H. O., Station de Port-Bouet, 07 BP 13 Abidjan 07 (Côte-d'Ivoire).

(3) Entomologistes I. R. H. O., Station de La Mé, BP 13, Bingerville (Côte-d'Ivoire).

TABIEAU II

Evolution des populations larvaires en fonction des traitements
(nombre moyen d'individus/palme — date du traitement : 30/1)

(Evolution of larva populations in function of treatments — mean number of individuals/frond — date of treatment : 30/1)

Doses (Rates)	Témoin (Control)		5 g/arbre (/tree)		10 g/arbre (/tree)		20 g/arbre (/tree)	
	Avant trait. (Before treat.)	Après trait. (After treat.)	Avant trait. (Before treat.)	Après trait. (After treat.)	Avant trait. (Before treat.)	Après trait. (After treat.)	Avant trait. (Before treat.)	Après trait. (After treat.)
Insecticides	19/1	13/2	6/3	13/2	19/1	6/3	19/1	13/2
	(1) + (2)	(3)	(1) + (2)	(3)	(1) + (2)	(3)	(1) + (2)	(3)
Monocrotophos	63	0	336	0	207	328	113	0
Méthamidophos	30	0	558	0	137	410	94	0
Dicrotophos	118	0	753	0	166	721	214	0

(1) Larves des stades (Larvae of stages) 1, 2, 3 — (2) Larves du stade (Larvae, stage) 4 — (3) Nymphes (Pupae).

TABIEAU III

Evolution des populations d'adultes en fonction des traitements (nombre moyen d'individus/palme)
(Evolution of adult populations in function of treatment — mean number of individuals/frond)

Doses (Rates)	Témoin (Control)		5 g/arbre (/tree)		10 g/arbre (/tree)		20 g/arbre (/tree)	
	Avant trait. (Before treat.)	15 j après trait. (15 d. after treat.)	Avant trait. (Before treat.)	15 j après trait. (15 d. after treat.)	Avant trait. (Before treat.)	15 j après trait. (15 d. after treat.)	Avant trait. (Before treat.)	15 j après trait. (15 d. after treat.)
Insecticides	Avant trait. (Before treat.)	15 j après trait. (15 d. after treat.)	Avant trait. (Before treat.)	15 j après trait. (15 d. after treat.)	Avant trait. (Before treat.)	15 j après trait. (15 d. after treat.)	Avant trait. (Before treat.)	15 j après trait. (15 d. after treat.)
Monocrotophos	17,4	11,6 (66,7 %)	19,4	1,6 (8,2 %)	9,6	1,6 (16,7 %)	17,4	0,8 (4,6 %)
Méthamidophos	14,0	20,4 (146 %)	15,8	1,2 (7,6 %)	15,2	1,2 (7,9 %)	27,2	0,8 (2,9 %)
Dicrotophos	22,2	10,4 (46,8 %)	16,8	9,0 (53,6 %)	22,8	1,8 (7,0 %)	27,4	6,2 (22,6 %)

TABLEAU I. — Mortalité larvaire suivant les insecticides (*Larval mortality following insecticide treatment*)

Insecticides	Doses (Rates)	Témoin (Control)		5 g		10 g		20 g	
	Répé- tition (Replie.)	Nbre indi- vidus (N° of individuals)	p. 100 mort. (dead)	Nbre indi- vidus (N° of individuals)	p. 100 mort. (dead)	Nbre indi- vidus (N° of individuals)	p. 100 mort. (dead)	Nbre indi- vidus (N° of individuals)	p. 100 mort. (dead)
Monocrotophos	1	231	3,8	212	81,1	50	60	32	100
	2	210	1,4	167	59,8	178	100	215	84,6
	3	189	3,7	173	99,4	215	25,5	159	93,0
	4	212	0	172	61,0	126	6,3	25	92,0
	5	159	4,4	212	57,5	195	42,5	174	80,4
	Moyenne (Mean)	200	2,6	187	71,8	153	46,8	121	90,0
Méthamidophos	1	210	6,1	203	9,8	187	3,7	191	98,9
	2	218	4,1	163	92,6	84	84,5	90	100
	3	181	0,5	178	2,8	178	3,9	177	2,8
	4	167	2,9	246	85,3	200	99,0	228	7,8
	5	169	1,1	183	2,7	122	26,2	139	80,0
	Moyenne (Mean)	189	2,9	195	38,6	154	43,5	164	57,9
Dicrotophos	1	204	2,4	172	5,8	249	46,5	206	40,2
	2	204	3,4	147	6,8	107	0	—	—
	3	230	2,1	209	12,4	168	35,7	222	26,7
	4	213	1,4	158	8,2	161	40,3	130	1,5
	5	164	1,2	137	8,0	189	4,8	165	9,0
	Moyenne (Mean)	203	2,1	165	8,2	175	25,4	181	19,3

Sur les adultes (Tabl. III) : on a dénombré de la même manière les populations 15 jours après traitement. Avec le monocrotophos à 20 g on observe une réduction des populations de 95 p. 100. Il n'a pas été possible de poursuivre les observations car à la suite de déplacements d'adultes d'un arbre à l'autre les résultats ont été faussés.

III. — PREMIERS ESSAIS D'APPLICATION

Pour confirmer les premiers résultats obtenus, un essai à plus grande échelle a été mis en place avec le monocrotophos aux deux doses précédemment étudiées. De façon à assurer une meilleure diffusion dans la couronne il a été réalisé des trous de 40 cm de profondeur. Chaque dose a été testée sur une surface de 1 ha. Toutes les semaines les populations ont été contrôlées sur 5 feuilles de rang élevé (rang 9) par objet. Dans l'objet témoin (Tabl. IV) le nombre moyen d'individus par palme était au total de 591 au début de l'essai (période à laquelle on ne pouvait à l'œil nu dénombrer toutes les petites larves). Un mois plus tard on dénombrait plus de 1 000 individus, dont 613 nymphes. Avec 20 g de matière active les niveaux de populations sont passés en 1 mois de 2 215 à 3,6, soit une réduction de 99,8 p. 100 ; avec 10 g, la réduction était encore de 99 p. 100, tout au moins sur une feuille de rang élevé. Il s'agissait cependant nécessaire d'en savoir plus sur la

répartition de l'insecticide dans la couronne du palmier suivant le rang de la feuille et la position de la palme par rapport au trou d'injection.

IV. — DISTRIBUTION DE L'INSECTICIDE DANS LA COURONNE

Caractéristique du traitement : injection de 10 g de monocrotophos par arbre dans un trou de 30 cm de profondeur ; 3 semaines après traitement : contrôle de la mortalité larvaire sur les palmes ; 10 répétitions.

1. — Position de la palme par rapport au point d'injection.

Les contrôles de mortalité larvaire ont été effectués sur des feuilles moyennes de la couronne (rangs 17 à 20). Comme on le remarque dans le tableau V, la mortalité est très significativement différente entre des palmes prélevées au-dessus de la perforation et des palmes situées à l'opposé. Il en est de même pour les palmes situées à 90° par rapport au point d'injection. Bien que dans cet essai, compte tenu de la variabilité d'une répétition à l'autre, la différence ne soit pas significative, la mortalité est cependant plus élevée sur les côtés qu'à l'opposé du trou. Un seul trou n'assure donc pas une diffusion homogène de l'insecticide dans la couronne même lorsqu'il est profond.

TABLEAU IV. — Evolution des populations après traitement (feuille 9)
(*Evolution of populations after treatment — frond 9*)

Dates	Monocrotophos										Témoin (Control)				
	10 g/arbre (/tree)					20 g/arbre (/tree)									
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
25/3	622	254	8	5	889	1 434	773	0	8,4	2 215	99,6	481,0	3,8	5,6	591
1/4	64	52	42	0,6	159	5,2	50,8	16,4	2,8	75	439,0	604,0	178,0	13,2	1 234
8/4	112	256	31	2,8	402	19,6	30,4	94,4	0,6	144	237,0	988,0	610,0	11,2	1 846
16/4	16	96	105	16	233	4,4	0	54,4	16,8	75	34,5	347,0	265,0	142,0	738
23/4	0,6	1,6	1,2	5	8,4	0	0	0	3,6	3,6	0,4	110,0	293	613,0	1 016

(1) Larves des stades (*Larvae of stages*) 1, 2, 3 — (2) Larves du stade (*Larvae stage*) 4 — (3) Nymphes (*Pupae*) — (4) Adultes (*Adults*) — (5) Total.

TABLEAU V

Mortalité larvaire suivant la position de la feuille par rapport au point d'injection

(*Larval mortality according to the position of the leaf in relation to the point of injection*) — p. 100

Répétitions (Replications)	Au-dessus (Above)	A l'opposé (Opposite)	A gauche (Left)	A droite (Right)
1	97,8	67,4	82,9	63,8
2	88,9	28,7	22,8	33,3
3	100,0	86,8	92,7	78,6
4	97,5	8,5	13,2	88,1
5	83,8	29,4	79,7	46,2
6	96,4	51,6	90,2	79,9
7	100,0	76,9	99,6	85,2
8	100,0	92,0	100,0	70,6
9	89,2	26,6	77,6	35,4
10	99,2	26,2	3,7	80,6
Moyenne (Mean)	95,3	49,4	66,2	66,2

2. — Rang de la feuille.

On a prélevé des palmes au-dessus du trou d'injection mais à 4 niveaux différents (Tabl. VI). On remarque que la mortalité est sensiblement plus élevée sur les palmes hautes de la couronne.

TABLEAU VI

Mortalité larvaire suivant le rang de la feuille

(*Larval mortality according to the rank of the frond*) — p. 100

Répétitions (Replications)	Rangs (Ranks)			
	9	17	25	33
1	100,0	96,5	31,5	44,5
2	100,0	100,0	98,5	87,6
3	100,0	100,0	98,9	73,9
4	99,4	98,4	97,4	77,0
5	100,0	100,0	100,0	97,4
6	59,5	67,1	27,2	22,9
7	89,8	86,6	98,9	92,9
8	99,0	82,0	93,4	46,1
9	100,0	99,5	98,5	98,6
10	98,9	100,0	92,9	97,7
Moyenne (Mean).....	94,7	92,9	83,7	73,9

La répartition du produit est donc également hétérogène dans le sens vertical. Ces résultats ont été confirmés à la suite d'analyses de résidus de monocrotophos dans les feuilles. Sur des arbres ayant reçu 15 g de matière active dans un trou de 40 cm de profondeur on a prélevé des feuilles à différents niveaux et à des situations variables, 8 jours après le traitement. Les folioles prélevées ont été surgelées avant les dosages de résidus effectués par le laboratoire Shell. Les résultats obtenus ont été les suivants :

Positions des palmes	Résidus (mg/kg)
Feuille de rang 9 au-dessus du trou	33
Feuille de rang 9 à l'opposé du trou	11
Feuille de rang 25 au-dessus du trou	25
Feuille de rang 25 à l'opposé du trou	7,6

V. — PERFECTIONNEMENT DE LA TECHNIQUE DE TRAITEMENT

Le fait de percer des trous de 40 cm de profondeur s'étant révélé traumatisant pour le palmier (v. plus loin) on a étudié l'efficacité du traitement avec un ou deux trous de différentes profondeurs et à différentes doses. Le méthamidophos ayant donné des résultats intéressants il a été, au cours de cet essai, à nouveau comparé au monocrotophos.

Chaque objet comprenait 10 lignes de 8 palmiers. Pour éviter les interférences entre objet on n'a suivi l'évolution des populations d'adultes que sur les 24 arbres situés au centre de chaque parcelle élémentaire. Les objets suivants ont été étudiés :

1. Monocrotophos 14 g/arbre dans 2 trous opposés de 15 cm
2. Monocrotophos 7 g/arbre dans 2 trous opposés de 15 cm
3. Monocrotophos 14 g/arbre dans 2 trous opposés de 10 cm
4. Monocrotophos 14 g/arbre dans 1 trou de 15 cm
5. Méthamidophos 14 g/arbre dans 2 trous opposés de 15 cm

Chaque semaine on a prélevé dans chaque objet des palmes à 3 niveaux différents (9, 20, 35). Les résultats donnés dans le tableau VII représentent une moyenne, pour les 3 niveaux, du nombre d'adultes par palme. C'est, de loin, les arbres ayant reçu 14 g de monocrotophos distribués dans 2 trous de 15 cm de profondeur qui montrent la chute de population la plus importante. D'une part, 8 semaines après le traitement c'est dans cet objet que les chutes de populations sont les plus élevées et d'autre part, dès la première semaine après le traitement, le nombre d'individus y accuse une diminution très forte alors que dans tous les autres objets la diminution est beaucoup plus progressive. Il est étonnant de constater qu'avec des trous ne faisant que 10 cm de profondeur la mortalité est plus faible et beaucoup moins rapide que lorsque les trous font 5 cm de plus. Enfin, le méthamidophos s'est révélé être beaucoup moins efficace que le monocrotophos.

VI. — RÉMANENCE DU TRAITEMENT

1. — Technique d'étude.

Il était intéressant de savoir pendant combien de semaines le traitement reste efficace. On a injecté du monocrotophos à raison de 10 ou 20 g de matière active par arbre après avoir effectué un trou de 40 cm de profondeur ; 5 arbres par dose. Sur chaque palmier on a disposé, sur une palme basse située au-dessus du trou, deux petites cages contenant 3 folioles. Dans chacune d'elles on introduit 10 adultes de *Coelaenomenodera*. Un contrôle de mortalité est effectué une semaine plus tard et les adultes sont remplacés. L'expérience a été poursuivie pendant 11 semaines.

2. — Résultats.

En examinant la courbe de la figure 1 on remarque qu'à la dose de 20 g les adultes mesurent à plus de 95 p. 100 pendant les 9 semaines qui suivent le traitement, la mortalité tombe ensuite rapidement au-dessous de 50 p. 100. A la dose simple, la mortalité est égale ou supérieure à 90 p. 100 (avec une irrégularité à la 4^e semaine) pendant 6 semaines, et durant les 3 semaines suivantes elle se maintient encore à 65 p. 100,

TABLEAU VII. — Evolution des populations d'adultes suivant la technique de traitement
(*Evolution of adult populations according to the method of treatment*) — P. 100

Périodes (<i>Periods</i>)	Témoin (<i>Control</i>)	Monocrotophos		Méthami- dophos	Monocrotophos	
		2 trous de 15 cm de profondeur (<i>2 holes 15 cm deep</i>)			2 trous de 10 cm (<i>2 holes 10 cm deep</i>)	1 trou de 15 cm (<i>1 hole 15 cm deep</i>)
		14 g/arbre (<i>/tree</i>)	7 g/arbre (<i>/tree</i>)	14 g/arbre (<i>/tree</i>)	14 g/arbre (<i>/tree</i>)	14 g/arbre (<i>/tree</i>)
1 semaine avant trait. (<i>1 week before treat.</i>)	41,5	40,1	30,3	24,6	44,2	55,2
1 semaine après (<i>1 week after</i>)	71,0	2,4	21,0	23,6	15,5	34,9
2 semaines après (<i>2 weeks after</i>)	90,4	4,1	12,6	10,8	18,9	16,8
3 semaines après (<i>3 weeks after</i>)	35,1	1,4	6,5	14,4	12,6	12,7
4 semaines après (<i>4 weeks after</i>)	14,4	2,7	8,3	12,6	10,1	11,0
5 semaines après (<i>5 weeks after</i>)	18,7	1,2	8,0	13,8	8,0	6,5
8 semaines après (<i>8 weeks after</i>)	14,6	0,4	3,1	12,9	2,7	2,0

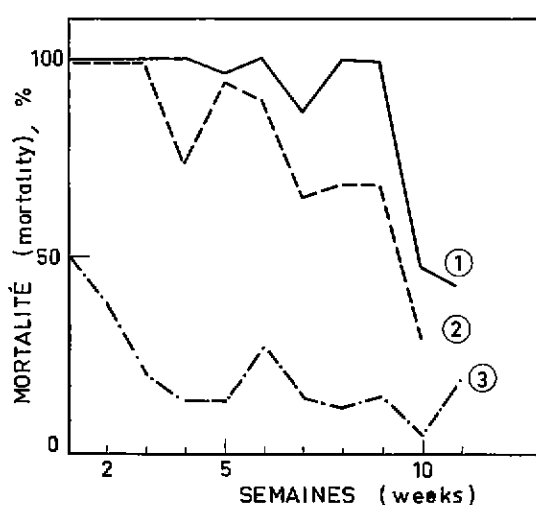


FIG. 1. — Rémanence des traitements sur adultes (*Remanence of treatments on adults*) : (1) = 20 g monocrotophos ; (2) = 10 g monocrotophos ; (3) témoin (*control*).

puis chute rapidement. Cette mortalité très élevée est surprenante lorsqu'on examine les résidus de monocrotophos présent dans les feuilles au cours des semaines qui suivent le traitement. Sur des palmiers ayant reçu 15 g de monocrotophos, dans les mêmes conditions expérimentales que dans l'essai précédent, on a réalisé des prélèvements 3 semaines et 2 mois 1/2 après le traitement ; les dosages de résidus ont donné, selon le rang de la feuille prélevée, les résultats suivants :

Après traitement :	Résidus (mg/kg)	
	feuille 9	feuille 25
8 jours.....	33	21
3 semaines.....	1,8	0,95
2 mois 1/2.....	0,14	0,03

La matière active est donc rapidement détruite

mais des quantités très faibles de monocrotophos sont suffisantes pour assurer une mortalité élevée.

VII. — ESSAI DE TRAITEMENT RÉEL

Les résultats des essais étant suffisamment positifs, un traitement réel a été effectué sur un foyer de pullulation d'une dizaine d'hectares apparu sur une plantation de 8 ans. Ce traitement a eu les caractéristiques suivantes : injection de 15 g de monocrotophos par arbre dans 2 trous opposés, de 15 cm de profondeur. Au moment du traitement, on observait dans les feuilles un très grand nombre de larves de tous stades (773 en moyenne sur feuilles de rangs 9 et 25) et déjà de nombreuses nymphes (173). A l'extérieur des feuilles le nombre moyen d'adultes était faible (6). La mue imaginaire des insectes qui se trouvaient dans les galeries n'ayant pas encore commencé il s'agissait de vieux adultes du cycle précédent. Des contrôles de populations adultes ont été réalisés 10, 30 et 50 jours après le traitement. Malgré ces populations considérables de plus de 1 000 larves et nymphes qui, sans traitement, auraient donné des centaines d'adultes par feuille, on n'a observé, 10 jours après traitement, qu'un maximum moyen de 17 adultes par palme ; un mois après il n'y en avait plus en moyenne que 1,3 et pratiquement 0 au bout de 50 jours. Un tel traitement a donc sur les adultes une efficacité remarquable de par sa rapidité d'action et sa rémanence car les sorties d'adultes, qui n'étaient pas commencées au moment du traitement, se sont échelonnées pendant 1 mois 1/2 environ. Dix jours après le traitement on a mesuré l'efficacité de celui-ci sur les jeunes larves (3 premiers stades) : sur les feuilles de la couronne supérieure on a calculé une mortalité de 70 p. 100, et de 47 p. 100 seulement sur les feuilles de rang inférieur. Ce traitement confirme donc les résultats des essais précédents, à savoir que la mortalité est plus faible sur les plus vieilles feuilles. Un tel traitement se révèle être par ailleurs beaucoup plus efficace sur adultes. A la génération suivante les populations ont été presque nulles.

VIII. — EFFET DE CES TRAITEMENTS SUR LA SANTÉ DE L'ARBRE

Après avoir réalisé le trou et injecté l'insecticide, on constate une zone de diffusion verticale du produit formant une poche nécrotique dont la diffusion latérale est faible. L'expansion de cette poche est rapidement limitée par une barrière de tanins qui s'épaissit de mois en mois. On estime que seulement quelques p. 100 des fibres sont ainsi détruits. Ce faible traumatisme n'intervient qu'à certaines conditions. Un trou de 15 cm de profondeur n'atteint que la zone de fibres denses périphériques où la cicatrisation se fait beaucoup mieux que dans la moelle centrale du stipe, qui était atteinte lorsqu'initialement on effectuait des trous de 40 cm de profondeur. Pour assurer une bonne cicatrisation il est indispensable de reboucher convenablement le trou avec une cheville de bois préalablement trempée dans un goudron de façon à la rendre imputrescible ; faute de quoi l'eau de pluie pénètre dans la blessure et son accumulation finit par provoquer une zone de pourriture qui ne cesse de s'agrandir, la barrière de tanins ne pouvant empêcher cette progression. Trois ans d'observations montrent que les lésions qu'entraînent de tels traitements n'ont pas encore eu d'incidence sur la production de l'arbre mais il est très probable qu'à long terme elles pourront avoir une influence sur sa vigueur.

IX. — RÉSIDUS

Plusieurs analyses de résidus d'insecticides ont été réalisées dans de l'huile extraite de régimes prélevés

sur des arbres traités. Une première série d'examen a été faite après extraction à chaud de l'huile de régimes provenant de palmiers ayant reçu 15 et 30 g de matière active. Les prélèvements ont été réalisés 8 jours, 15 jours et 1 mois après le traitement. Il n'a été détecté aucun résidu de monocrotophos quel que soit l'objet (1).

D'autres échantillons ont été prélevés sur des palmiers ayant reçu 45 g de monocrotophos, 1 mois après le traitement. L'extraction de l'huile s'est faite à froid. La teneur en monocrotophos se trouvait être en dessous de la quantité décelable (0,03 ppm) (2).

X. — CONCLUSION

La technique de traitement par injection de monocrotophos dans le stipe du palmier s'est révélée être d'une efficacité remarquable, principalement sur les adultes de *Coelaenomenodera*, la mortalité obtenue étant très proche de 100 p. 100. Si l'intervention est faite dans des conditions satisfaisantes elle n'entraîne pas de traumatismes importants pour le palmier. Il n'a été décelé aucun résidu d'insecticide dans l'huile. Certes, ce type de traitement est de réalisation lente et coûteuse mais, compte tenu de l'efficacité obtenue, il peut être aisément réalisé sur des foyers de pullulation d'importance moyenne. De nombreux autres insecticides ont été testés. Aucun n'a donné de résultats comparables. Enfin, un tel traitement n'a pas ou peu d'action directe sur la faune parasite et prédatrice des différents ravageurs du palmier à huile.

(1) Ces analyses ont été effectuées par le Laboratoire de Chimie appliquée à l'Expertise de la Faculté de Pharmacie de Montpellier.
(2) Analyses réalisées par le Laboratoire Shell.

BIBLIOGRAPHIE

- MARIAU D., BESOMBES J. P. et MORIN J. P. (1973). — Efficacité comparée des traitements aériens et terrestres en plantation de palmiers à huile. *Oléagineux*, 28, n° 4, p. 167-174.
RAI B. K. (1973). — *Brassolis sophorae* and *Castnia daedalus* : Chemical control of these major pests of coconut in Guyana. *J. econ. Ent.*, 66, n° 1, p. 177-180.

- SELTZER M. J. (1970). — Preliminary studies on the control of the coconut stick insect, *Graeffea cruanii* (Le Guillou) with systemic insecticides. *Bull. ent. Res.*, 60, p. 49-51.
WOOD B. J., LIAU S. S. et KNECHT J. C. X. — Trunk injection of systemic insecticides against the bagworm, *Metisa plana* (Lepidoptera : Psychidae) on oil palm. *Oléagineux*, 29, n° 11, p. 499-505.

SUMMARY

Method of Control of *Coelaenomenodera* (Coleoptera Hispididae) by Injection of Systemic Insecticides into the Oil Palm Trunk.

D. MARIAU, R. PHILIPPE and J. P. MORIN, *Oléagineux*, 1979, 34, N° 2, p. 51-58.

Coelaenomenodera elaeidis is a hispid Coleoptera whose larvae are oil palm leaf miners in West Africa.

The standard treatments from the air or the ground give very irregular results and prove particularly toxic for the predator and parasite entomofauna.

A method has been worked out which consists in injecting a systemic insecticide into the trunk, whence it is carried by the sap and distributed throughout the leaf crown of the palm. The studies concerned the injection technique, a screening of insecticides, the best moment in the life cycle of the insect to take action, residues in the leaves and fruit and the traumatism incurred by the palm.

Monocrotophos alone proved really effective at the rate of 14 g a.i./tree. The treatment is mainly efficient against the adults and is principally concentrated in the youngest leaves. Mortality is close to 100 p. 100 and the palm suffers little from the lesions made for the injection. No insecticide residue has been found in the fruit. This type of treatment only has a slight indirect effect on the predators and parasites.

RESUMEN

Método de lucha contra *Coelaenomenodera* (Coleoptera Hispididae) por inyección de insecticidas sistémicos en el estipe de palma de aceite.

D. MARIAU, R. PHILIPPE y J. P. MORIN, *Oléagineux*, 1979, 34, N° 2, p. 51-58.

Coelaenomenodera elaeidis es un coleóptero hispidac cuyas larvas son minadoras de las hojas de palma aceitera en África occidental. Los tratamientos clásicos por vía aérea o terrestre tienen resultados irregulares, resultando además especialmente tóxicos con la entomofauna depredadora y parásita. Se puso a punto una técnica que consiste en inyectar en el estipe un insecticida sistémico que será transportado por la savia y distribuido en la corona foliar de la palma. Los estudios se refieren a la técnica de inyección, a la selección de insecticidas (o screening), al momento más favorable relativamente al ciclo de desarrollo del insecto, a los residuos en las hojas y en los frutos y a los traumatismos causados a la palma. El único que resultó realmente eficaz ha sido el monocrotopos en dosis de 14 gramos de materia activa por árbol. Es especialmente eficaz contra los adultos y se concentra esencialmente en las hojas más jóvenes. La mortalidad así lograda es próxima al 100 %, y la palma no padece mucho las heridas realizadas para las inyecciones. No se encontró ningún residuo de insecticida en los frutos. Este tipo de tratamiento sólo tiene una acción indirecta escasa sobre los depredadores y los parásitos.

Method of Control of *Coelaenomenodera* (Coleoptera : Hispididae) by Injection of systemic Insecticides into the Oil Palm Trunk (1)

D. MARIAU (2), R. PHILIPPE (3) and J. P. MORIN (3)

I. — INTRODUCTION

Numerous insecticide trials have been undertaken with a view to controlling *Coelaenomenodera*, whether in the adult or the larval stage, by treatment both at ground level and from the air [D. Mariau *et al.*, 1973]. The larvae live as leaf miners, consequently their very behaviour makes it difficult to combat them, and control requires, if not systemic insecticides, at least pesticides capable of penetrating the leaf. Moreover, the product must be thoroughly spread if a very high mortality rate is to be obtained, since the larvae move about very little. Given that the fertility of the *Coelaenomenodera* females is about 300-350 eggs, mortality must be over 99.5 p. 100 if the population is to decrease in the following generation. In actual practice it is difficult to attain such a high percentage. When the living adults emerge from the tunnels onto the outside of the leaves they are more accessible, but given the spread of their emergence, which lasts 1 1/2 months during the swarming period, the very low remanence of the products and the need to kill the pest before it can lay, control of the adults requires repetition of the treatments 3 (and sometimes 4) times running at 15-day intervals. Furthermore, treatments are harmful to the fauna associated with the various oil palm pests. It was thought, therefore, that the insect might be destroyed if it absorbed sap impregnated with insecticide. As spraying with endotherapeutic insecticides gave no satisfactory result, trials were run to find out their efficiency when injected in the trunk. Similar trials had already been carried out both on coconut [Seltzer, 1970; Rai, 1973] and on oil palm [Wood *et al.*, 1974] to control different leaf eaters. The results obtained on « croppers » such as the stick insect, *Graeffea crouanti* and the Lepidoptera *Brassolis sophorae* and *Melisa plana* having proved satisfactory, this technique was tried on a leaf miner.

II. — FIRST ORIENTATION TRIALS

Experimental Method.

The insecticide is injected into the trunk after a hole 15-18 cm deep and 12 mm in diameter, sloping downwards at 45°, has been bored about 1 m from the ground. The hole is then plugged with sealing compound. Three insecticides were studied at three rates and five trees per treatment.

Results.

Various observations were made after treatment :

On the larvae :

— five weeks after treatment, samples of leaflets were taken from each tree, without taking account of the level of the frond, and the larval mortality studied. The results (Table I) show that only monocrotophos at the rate of 20 g per tree was satisfactory. With the other products and other rates of monocrotophos, there was great heterogeneity from one sampling to another. As we will see further on, this was due to the situation of the sample in the crown ;

— when the evolution of the larval and pupal populations is followed (counting with the naked eye of all individuals on the frond), it was found that 2, then 5 weeks after treatment monocrotophos at the rate of 20 g gave very good results (Table II). In effect, in this treatment, the average was only 55 individuals per frond and no pupae whereas there were 648 in the control, with 17 p. 100 pupae, i. e. the reduction was more than 90 p. 100. A big increase in the populations between the first and second check was noted, especially in the control. This was because on 19/1 numerous very small larvae and eggs could not be seen with the naked eye.

On adults (Table III) : the populations were counted in the same way 15 days after treatment. With monocrotophos at 20 g a reduction of 95 p. 100 in the levels is observed. It was not possible to pursue the observations as the results were distorted by the movement of the adults from one trees to another.

III. — FIRST TREATMENT TRIALS

To confirm the early results, a larger-scale trial was set up using monocrotophos at the two rates studied previously.

So as to assure better diffusion in the crown, holes 40 cm deep were drilled. Each rate was tested over 1 ha. Every week the populations were checked on 5 leaves of high rank (rank 9) per treatment. In the control (Table IV) the average number of individuals per frond was 591 at the beginning of the trial (a time at which all the small larvae could not be seen with the naked eye) ; one month later there were more than 1 000 individuals, including 613 pupae. With 20 g a. i. the population level dropped in one month from 2 215 to 3.6, or a reduction of 99.8 p. 100 ; with 10 g the reduction was still 99 p. 100. at least on a high-ranking leaf. Nevertheless, it proved necessary to find out more about the distribution of the insecticide in the crown according to the rank of the leaf and its position in relation to the injection hole.

IV. — DISTRIBUTION OF THE INSECTICIDE IN THE CROWN

Characteristics of the treatment : injection of 10 g monocrotophos/tree in a hole 30 cm deep ; 3 weeks after treatment : check of larval mortality on the fronds ; 10 replications.

1. — Position of the frond in relation to the injection point.

Checks of larval mortality were made on the middle leaves of the crown (ranks 17 to 20). As will be seen in Table V, mortality is very significantly different between the fronds sampled above the perforation and those growing on the opposite side of the trunk. The same applies to fronds at an angle of 90° to the injection point. Although in this trial, allowing for the variability from one replication to the next, the difference is not significant, mortality is nonetheless higher on the same side as the hole as on the opposite one. Thus, a single hole does not ensure even distribution of the insecticide in the crown, even when it is deep.

2. — Leaf rank.

Fronds were sampled above the injection hole but at 4 different levels (Table VI). Mortality was found to be notably higher on the upper fronds in the crown.

Distribution of the product is therefore uneven vertically. These findings were confirmed by the analysis of monocrotophos residues in the leaves. On trees which had received 15 g a. i. in a hole 40 cm deep, the leaves were sampled at different levels and in various positions. 8 days after treatment. The leaflets sampled were frozen before the quantity analysis of the residues, which was done by the Shell laboratory. The results were as follows :

Position of the fronds	Residues (mg/kg)
Leaf rank 9, above the hole.....	33
Leaf rank 9, opposite side of the trunk.....	11
Leaf rank 25, above the hole.....	25
Leaf rank 25, opposite side of the trunk.....	7.6

V. — PERFECTING OF THE METHOD OF TREATMENT

As the piercing of holes 40 cm deep proved traumatic for the tree (see below), the efficiency of treatment with one or two holes of different depths and at different rates was studied. methamidophos having given good results, it was once again compared with monocrotophos in this trial.

Each treatment included 10 rows of 8 palms. To avoid interference between them, the evolution of the adult populations was followed only on the 24 trees in the middle of each elementary plot. The following treatments were studied :

(1) Communication presented to the Congress on the Control of Insects in a Tropical Environment (Marseilles-France-March 1979).
(2) Port-Bouët Station, 07 BP 13 Abidjan 07 (Ivory Coast).
(3) La Mé Station, BP 13, Bingerville (Ivory Coast).

1. Monocrotophos 14 g/tree in 2 opposite holes 15 cm deep,
2. Monocrotophos 7 g/tree in 2 opposite holes 15 cm deep
3. Monocrotophos 14 g/tree in 2 opposite holes 10 cm deep,
4. Monocrotophos 14 g/tree in 1 hole 15 cm deep,
5. Methamidophos 14 g/tree in 2 opposite holes 15 cm deep.

Every week fronds at three levels (9-20-35) were sampled in each treatment. The results presented in Table VII give a mean number of adults per frond for the three levels. It is the trees which received 14 g monocrotophos in 2 holes 15 cm deep which show by far the biggest population drop. For one thing, 8 weeks after application it is in this treatment that the population fell most, and for another, the number of individuals fell sharply in the very first week, whereas in the other treatments the diminution was much more gradual. It is astonishing to find that when the holes are only 10 cm deep the mortality is lower and much less rapid than when they are 5 cm longer. Finally, methamidophos again proved less effective than monocrotophos.

VI. — REMANENCE OF THE TREATMENT

1. — Study technique.

It was considered interesting to find out how many weeks the treatment remained effective. Monocrotophos was injected at the rate of 10 or 20 g a. i./tree after a hole 40 cm deep was bored; 5 trees per rate. On each palm, two small cages containing 3 leaflets were fixed on a lower leaf above the hole, and 10 adult *Coelaenomenodera* were introduced into each cage. The dead were counted a week later and the adults replaced. The experiment went on for 11 weeks.

2. — Results.

From the curve in figure 1 it will be seen that at the 20 g rate more than 95 p. 100 of the adults die in the 9 weeks following treatment; after that the death rate quickly falls below 50 p. 100. At the single rate mortality is equal to or higher than 90 p. 100 (with an irregularity in the fourth week) for 6 weeks, and for three weeks after that it remains at 65 p. 100 and then drops rapidly. This death rate is surprising when we look at the monocrotophos residues in the leaves during the weeks following treatment. On palms which received 15 g monocrotophos in the same experimental conditions as in the previous trial, samples were taken 3 weeks and 2 1/2 months after treatment; analysis of the residues gave the following results in function of the rank of the leaf sampled:

After treatment :	Residues (mg/kg)	
	frond 9	frond 15
8 days.....	33	21
3 weeks.....	1.8	0.95
2 1/2 months.....	0.14	0.03

The a. i. is therefore destroyed quickly but very small quantities of monocrotophos are sufficient to ensure high mortality.

VII. — TRIAL OF FULL-SCALE TREATMENT

As the results of the trials were sufficiently positive, full-scale treatment was carried out on a focus of infestation covering about 10 ha which had appeared on an 8-year-old plantation. The characteristics of the treatment were as follows: injection of 15 g monocrotophos/tree in 2 opposite holes 15 cm deep. At the time of treatment a very large number of larvae at all stages were observed on the leaves (an average 773 on fronds 9 and 25), and there were already numerous pupae (173). The mean number of adults on the outsides of the leaves was small (6). As ecdysis of the insects still in the tunnels had not yet started, these were old adults from the previous cycle. Counts of adult populations were made 10, 30 and 50 days after

treatment. In spite of these large populations of more than 1 000 larvae and pupae, which without treatment would have produced hundreds of adults per leaf, the mean maximum observed 10 days after treatment was only 17 adults per frond; one month later the average was only 1.3, and there were virtually none at all at the end of 50 days. The efficiency of the treatment on adults is therefore remarkable by both its rapidity and its remanence, because the emergence of the adults, which had not started at the time of application, was spread over about 1 1/2 months. Ten days after treatment its effectiveness on young larvae (first 3 stages) was measured; on the leaves of the upper crown the death rate was estimated at 70 p. 100, with only 47 p. 100 on leaves of lower rank. This confirms the findings of the earlier trials; i. e. that mortality is lower on the older leaves. In other respects, such treatment proves much more effective on adults; the populations were practically nil in the next generation.

VIII. — EFFECT OF TREATMENTS ON THE HEALTH OF THE TREE

After the hole has been bored and the insecticide injected a zone of vertical diffusion of the product is set up, forming a necrotic pocket from which there is little lateral diffusion. Expansion of this pocket is quickly blocked by a barrier of tannins which thickens from month to month. It is estimated that a few p. 100 of the fibres are destroyed in this way. This minor traumatism only occurs in certain conditions; a hole 15 cm deep does not go beyond the peripheral zone of dense fibres, which heals much more easily than the core of the trunk which was penetrated when the holes were originally drilled to 40 cm. For good healing the hole must be properly filled in with a wooden plug soaked in creosote beforehand to make it rot-proof; if this is not done rainwater runs into the wound, and its accumulation ends by causing a decayed zone which spreads continuously, as the tannin barrier is powerless to stop it. After three years of observation the lesions caused by such treatments have still not had an effect on the tree's yield, but it is quite probable that in the long run they could have some influence on its vigour.

IX. — RESIDUES

Several analyses have been made of insecticide residues in the oil extracted from bunches taken from treated palms. The first series of examinations was made after the heat extraction of oil from bunches coming from palms which had received 15 and 30 g a. i. Samples were taken 8 days, 15 days and 1 month after treatment. No trace of residual monocrotophos was found, whatever the treatment (1).

Other samples were taken 1 month after treatment from palms which had received 45 g monocrotophos. The oil was cold pressed. The monocrotophos content was found to be below the perceptible quantity (0.03 ppm) (2).

X. — CONCLUSION

The method of treatment by monocrotophos injection in the oil palm trunk has proved remarkably effective, mainly on adult *Coelaenomenodera*, the death rate being very close to 100 p. 100. If the application is made in satisfactory conditions it causes no very great traumatism to the palm. No insecticide residue has been found in the oil. It is true that this type of treatment is both slow to carry out and costly, but in view of its great efficiency it can easily be applied to medium-sized foci of swarming. Many other insecticides have been tested; none have given comparable results. Finally, this treatment has little or no direct action on the parasite and predator fauna of the different oil palm pests.

(1) These analyses were done at the Chemistry Laboratory for Expert Appraisal, Faculty of Pharmacology, Montpellier (France).
(2) Analyses made by the Shell laboratory.